



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/15731

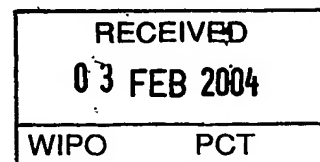
09.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月15日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-007486
[ST. 10/C]: [JP2003-007486]



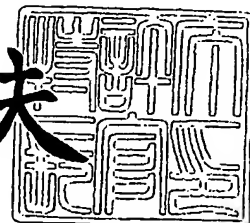
出 願 人
Applicant(s): 株式会社デバイス・ナノテク・リサーチ・インスティテュー
ト

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3112178

【書類名】 特許願

【整理番号】 D0002

【提出日】 平成15年 1月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 2 番 1 号 株式会社バイオ
・ナノテック・リサーチ・インスティテュート内

【氏名】 後藤 博史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋浜町 3 丁目 4 2 番 3 号 株式会社アイ
・エヌ・アール・アイ内

【氏名】 藤井 充

【特許出願人】

【識別番号】 502449716

【氏名又は名称】 株式会社アイ・エヌ・アール・アイ

【代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 085823

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン形成装置、パターン形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工対象物となる略平板状の基板に所定のパターンを形成するための金型と、

前記金型を加熱する加熱部と、

前記基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部に保持された前記基板に前記金型を押し付けるプレス機構と、を備えることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項 2】 前記加熱部で加熱された前記金型を前記プレス機構で前記基板に押し付けることで、当該基板をガラス転移温度近傍またはそれ以上に加熱して、当該基板に前記金型で所定のパターンを形成することを特徴とする請求項 1 に記載のパターン形成装置。

【請求項 3】 前記基板保持部に、当該基板保持部に保持される前記基板をガラス転移温度以下に保持する温度保持部を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のパターン形成装置。

【請求項 4】 前記加熱部は、前記金型の温度をコントロールするコントローラを備え、

前記コントローラは、前記金型を、当該金型と前記基板が離れた状態では前記基板のガラス転移温度を下回る温度とし、前記金型が前記基板に押し付けられる状態では前記基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度とすることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 5】 前記金型を冷却する冷却部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 6】 前記基板保持部に保持された前記基板を加熱する基板加熱部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 7】 前記プレス機構は、前記基板に対する前記金型の押し込み量を複数段階に切り替え、

前記基板に対し前記金型の押し込み量を第一の押し込み量としたときに、前記加熱部で加熱された前記金型の熱を前記基板に伝達させ、

前記基板に対し前記金型の押し込み量を前記第一の押し込み量とは異なる第二の押し込み量としたときに、前記金型で前記基板にパターンを形成することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 8】 前記金型は、前記基板の表層部のみにパターンを形成することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 9】 加工対象物に所定のパターンを形成するための金型と、
前記加工対象物を保持する対象物保持部と、
前記対象物保持部に保持された前記加工対象物に前記金型を押し付けるプレス機構と、
前記加工対象物と前記金型のうち、熱容量の小さいものを加熱する加熱機構と、
を備えることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項 10】 前記対象物保持部で保持された前記加工対象物の複数の領域に対し前記金型が対向するよう、当該金型または前記加工対象物を移動させる移動機構をさらに備え、

前記加熱機構は前記金型を加熱することを特徴とする請求項 9 に記載のパターン形成装置。

【請求項 11】 前記加熱機構では、前記プレス機構で前記金型を前記加工対象物に押し付けるタイミングに基づき、前記金型の温度を、前記加工対象物が軟化する温度を基準とした領域で変動させることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載のパターン形成装置。

【請求項 12】 前記プレス機構は、前記金型から前記加工対象物に与える荷重を制御する荷重コントローラをさらに備え、

前記荷重コントローラは、前記金型から前記加工対象物に対し、第一の荷重と、当該第一の荷重とは異なる第二の荷重を順次与えることを特徴とする請求項 9 から 11 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 13】 前記加熱機構は、セラミックヒータを用いることを特徴と

する請求項 9 から 12 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 14】 前記金型を保持し、前記プレス機構に連結する金型保持部をさらに有し、

前記金型保持部は前記金型に面接触し、静電力により当該金型を保持することを特徴とする請求項 9 から 13 のいずれかに記載のパターン形成装置。

【請求項 15】 金型で基板上に所定のパターンを形成するパターン形成方法であって、

前記金型を、前記基板のガラス転移温度を基準とした所定の温度に加熱する加熱工程と、

前記金型を前記基板に押し付けて前記パターンを形成するパターン形成工程と、
を有することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 16】 前記金型を前記基板に押し付けた後、前記金型を前記基板のガラス転移温度以下の所定温度に冷却する冷却工程と、

冷却された前記金型を前記基板から引き離す脱型工程と、
をさらに有し、

前記加熱工程、前記パターン形成工程、前記冷却工程、前記脱型工程を、前記基板の複数の領域にて繰り返すことを特徴とする請求項 15 に記載のパターン形成方法。

【請求項 17】 前記パターン形成工程に先立ち、前記金型の熱を前記基板に伝達させる熱伝達工程をさらに有することを特徴とする請求項 15 または 16 に記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】


【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板等の加工対象物上に所定のパターンを形成するためのパターン形成装置、パターン形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】



従来より、LSI(大規模集積回路)に代表される微細回路パターンを半導体基板(以下、単に基板と称する)上に形成するには、縮小投影露光方式が一般に用いられている。この方法は、ステッパと称される露光装置を用い、レチクル(マスク)上に描かれた回路パターンを、縮小光学系を通して基板上のレジスト表面に投影露光し、その露光を基板全域にわたって繰り返すことで、基板上に所定の微細回路パターンを形成している。

【0003】

このようにして形成される基板の集積度を高めるには、回路パターンの線幅を狭めていく必要があり、現在主流の線幅130nmから、今後100nm以下の線幅に移行することが予想されている。

これに対応するには、投影露光に使用する光源の波長を短くする必要がある、現状でも、各露光装置メーカーでは紫外(UV)光、遠紫外(DUV)光、極紫外光(EUV)光等、短波長の光を光源とした露光装置の開発を進めている。

【0004】

しかし、紫外レーザー光源等の短波長の光を光源として用いると、露光装置の投影光学系を構成するレンズやミラー、光源等に、わずかな温度変化や外部振動によって歪みや光源ノイズが生じる。このため、露光装置には、精度の高い温度管理や除振構造が要求され、その結果、こうした一連の機器によって構成される縮小投影式の露光装置は、装置価格が非常に高くなる(例えば数十億円)傾向にある。また、露光装置自体も大掛かりなものとなるため、設置スペースや消費電力が増大する傾向にある。

【0005】

こうした装置大型化やプロセスコストの高騰を防ぐことを目的として、超微細なパターンを基板上に形成する手法として、ナノインプリンティングプロセス技術が紹介された(例えば、非特許文献1参照。)。

このプロセスは、形成したいパターンが表面に作り込まれた金型を用いて、基板上に設けられたレジスト材のガラス転移点を超える温度に基板を熱し、その状態で金型を基板面に押し付けて型を転写する方法である。この方法では、高価なレーザー光源や光学系を必要とせず、加熱用ヒータとプレス装置を基本とした簡易

な構成であるにもかかわらず、金型に作り込まれた形状をそのまま精度よく転写することが可能となっており、すでにこの方法によって約 20 nm の線幅を持つ細線が形成された報告がある(例えば、非特許文献 2 参照。)

【0006】

【非特許文献 1】

G. M. Whitesides, J. C. Love、「ナノ構造を作る新技術」、「日経サイエンス」、日本経済新聞社、平成 13 年(2001 年)12 月 1 日、31 巻、12 号、p. 30-41

【非特許文献 2】

C. M. Sotomayor, et. al.、「Nanoimprint lithography: an alternative nanofabrication approach」、「Materials Science & Engineering C」、Elsevier Science、平成 14 年(2002 年)、989 巻、p. 1-9

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記したようなプロセスには、以下のような問題が存在する。

上記のプロセスでは、基板をガラス転移点以上に加熱し、その状態で金型を基板に押し付けてパターンを転写し、その後、基板をガラス転移点以下に冷却した後に、金型を基板から引き離して脱型する、といった一連の工程を行っている。

このような工程では、基板を加熱・冷却するわけであるが、このために基板全体をヒータで加熱・冷却する方式を用いている。このヒータは、基板を支持するテーブルに設けられるのが通常である。そして、基板が大型化すると、ヒータで加熱・冷却する対象の、基板およびテーブルの熱容量が大きくなり、その結果、基板を加熱・冷却し、基板全体を均一な温度にするには数 10 秒～数分の時間が必要となる。

これにより、パターン形成の高スループット化を妨げる大きな要因となっている。

【0008】

ところで、集積回路の製作は一般的に広い面積の基板(ウエハ)に数多くのチップを形成することで生産性やデバイスコストの低減を図っている。現在主流の 6

～12インチの基板全域を一括して押し付ける金型が製作できれば、一度の押し付け工程でパターンを基板全域に形成できるので非常に効率的である。これには、6～12インチの大きさの基板全面を一括で成形するために、金型を大型化する必要がある。

しかしながら、上記のプロセスでは、金型の形状が基板に転写形成されるものであるので、金型を正確に製作する必要がある、この点において、金型を大型化するにあたっての障害がある。すなわち、金型を大型化しようとする、金型と基板の平行度や温度均一性確保が困難となる。また、金型の温度変化に伴う熱膨張・収縮による寸法変動が、金型が大型化すれば当然大きくなるので、精度確保のための温度変化による寸法管理も困難となる。さらに、金型と基板の熱収縮率の違いにより、冷却後に金型を基板から脱型しようとしたときに、金型が基板に食い込みやすくなるという問題もある。この他、金型の大面積化に伴ない、金型を基板に押し付けたり剥離させるときに必要な力も増大し、大出力のプレス機構が必要となって装置全体の大型化、高コスト化に繋がる。

【0009】

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、パターンの形成を低コスト化、高効率化することのできるパターン形成装置、パターン形成方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

かかる目的のもと、本発明のパターン形成装置は、加工対象物となる略平板状の基板に所定のパターンを形成するための金型と、金型を加熱する加熱部と、基板を保持する基板保持部と、基板保持部に保持された基板に金型を押し付けるプレス機構と、を備えることを特徴とする。

このように、加熱された金型をプレス機構で基板に押し付けることで、基板を表層部側から加熱し、この基板の表層部に金型で所定のパターンを形成することができる。

基板の表層部がガラス転移温度を有する材料で形成されている場合、金型により、基板をガラス転移温度近傍またはそれ以上に加熱すれば、基板の表層部を軟

化させることができる。基板の表層部がガラス転移温度を有さない材料で形成されている場合も、その材料が軟化する温度近傍あるいはそれ以上に金型を加熱することで、基板の表層部を軟化させることができる。

このとき、基板保持部に備えた温度保持部にて、基板保持部に保持される基板をガラス転移温度以下に保持しておくのが好ましい。

このような装置は、シリコンウエハや、フォトニック結晶、半導体電子回路基板等の基板に対し、金型で基板の表層部にのみパターンを形成する場合に特に好適であり、金型の熱は、パターンが形成される基板の表層部にまず直接伝わり、加工対象部分のみを効率良く加熱し、他の加工対象部分以外の領域を無駄に加熱することが無く、熱を有効利用することができる。

ところで、プレス機構で基板に金型を押し付けるわけであるが、固定状態の基板に対し金型を移動させても良いし、逆に固定状態の金型に対し、基板を移動させることでこの基板に金型を押し付けてもよい。

【0011】

また、加熱部は、金型の温度をコントロールするコントローラを備え、このコントローラで、金型と基板が離れた状態では金型を基板のガラス転移温度を下回る温度とし、金型が基板に押し付けられる状態では金型を基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度とするのが好ましい。このとき、金型が基板に押し付けられる状態では、金型を、予め基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度としておくのがより好ましい。この場合、金型と基板が離れた状態では、金型を基板のガラス転移温度を下回る温度から、所定のタイミングで、基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度への加熱を開始する。本発明は、これとは異なり、金型を基板に押し付けてから、金型を、予め基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度に加熱しはじめるような構成を積極的に排除するものではない。

このとき、金型を基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度とするために、加熱部を作動させるタイミングはいかなるものであっても良く、金型が基板に押し付けられ、パターンが形成される状態で、金型が基板のガラス転移温度近傍またはそれ以上の温度になるようにすれば良い。

また、一般には、基板にパターンを形成した金型を脱型するに際し、基板を冷却することでパターンの定着を図る。このとき、金型を冷却する冷却部をさらに備えれば、金型を介し、基板のパターン部分を迅速に冷却することが可能となる。このような構成は、特に金型を基板に複数回連続的に押し付けるような場合に特に好適である。

また、金型を加熱部で加熱するだけでなく、基板保持部に保持された基板を、基板加熱部で加熱するようにしても良い。

【0012】

さらに、プレス機構では、基板に対する金型の押し込み量を複数段階に切り替えることもできる。このプレス機構では、基板に対し金型を第一の押し込み量としたときに、加熱された金型の熱を基板に伝達させ、基板に対し金型を第一の押し込み量とは異なる第二の押し込み量としたときに、金型で基板にパターンを形成するのである。

ここで言う、基板に対する金型の押し込み量とは、基板表面を基準とした、金型の押し込み量(寸法、深さ)であり、第一の押し込み量は、金型の熱を基板に伝達できれば良いので、少なくとも金型が基板に接触する寸法であればよい(ゼロを含むことができる)。

このようにするには、プレス機構で金型から基板に付与する荷重や、金型の基板に対する移動ストロークを制御すればよい。

【0013】

また、本発明は以下に示すようなパターン形成装置として捉えることもできる。すなわち、加工対象物に所定のパターンを形成するための金型と、加工対象物を保持する対象物保持部と、対象物保持部に保持された加工対象物に金型を押し付けるプレス機構と、加工対象物と金型のうち、熱容量の小さいものを加熱する加熱機構と、を備えるのである。

このように、加工対象物と金型のうち、熱容量の小さい方を加熱することで、その加熱を短時間で行うことが可能となる。

例えば、対象物保持部で保持された加工対象物の複数の領域に対し金型が対向するよう、金型または加工対象物を移動させる移動機構をさらに備える構成では

、加工対象物よりも金型が小さく、熱容量も小さくできるので、そのような場合、加熱機構は金型を加熱するのである。このような構成のパターン形成装置では、金型を移動機構で移動させて加工対象物の複数の領域に対し金型を対向させ、それぞれの領域で加工対象物に金型を押し付けることにより、一つの加工対象物に対し、金型によるパターン転写を複数回行う。

【0014】

また、加熱機構では、プレス機構で金型を加工対象物に押し付けるタイミングに基づき、金型の温度を、加工対象物が軟化する温度を基準とした領域で変動させることができる。

さらに、プレス機構は、金型から加工対象物に与える荷重を制御する荷重コントローラをさらに備え、荷重コントローラは、金型から加工対象物に対し、第一の荷重と、この第一の荷重とは異なる第二の荷重を順次与えることもできる。

加熱機構としては、セラミックヒータを用いるのが応答性の面で好適である。

金型を保持し、プレス機構に連結する金型保持部をさらに有する場合、金型保持部を金型に面接触させ、静電力により金型を保持するのが好ましい。

【0015】

本発明は、金型で基板上に所定のパターンを形成するパターン形成方法として捉えることもできる。この方法では、金型を、基板のガラス転移温度を基準とした所定の温度に加熱する加熱工程と、金型を基板に押し付けてパターンを形成するパターン形成工程と、を有することを特徴とする。

さらに、金型を基板に押し付けた後、金型を基板のガラス転移温度以下の所定温度に冷却する冷却工程と、冷却された金型を基板から引き離す脱型工程と、を有することもできる。特に、一枚の基板に対して複数回のスタンプを行う場合、加熱工程、パターン形成工程、冷却工程、脱型工程を、基板の複数の領域にて繰り返す。

また、パターン形成工程に先立ち、金型の熱を基板に伝達させる熱伝達工程をさらに有することもできる。これにより、基板の表層部は、金型の熱の伝達を受け、ガラス転移温度を基準とした所定の温度近傍まで加熱されて軟化する。この状態で、パターン形成工程を行うのである。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1は、本実施の形態におけるパターン形成装置の全体構成を説明するための図である。

この図1に示すように、パターン形成装置10は、所定のパターンが凹凸により形成された金型100を基板(加工対象物)200に転写することで、基板200にパターンを形成するものである。

このパターン形成装置10は、加工対象となる基板200を保持する基板保持部20と、基板保持部20を二次元方向に移動させる移動機構30と、基板200に所定のパターンを形成するための金型100を保持する金型保持部40と、金型保持部40に保持された金型100を駆動する金型駆動機構(プレス機構)50と、基板200と金型100の相対位置を位置決めするためのアライメント機構60と、を備えている。

【0017】

図1および図2に示すように、基板保持部20は、基板200を略水平に支持した状態で保持するものであり、上面に支持面21aを有したテーブル(対象物保持部)21を備えている。

このテーブル21には、支持面21aに多数のバキューム孔(図示無し)が形成されており、このバキューム孔に図示しない負圧源から負圧を作用させることで、支持面21a上に、基板200を吸着保持できる構成となっている。

また、図2に示すように、テーブル21は、保持した基板200を加熱するためのヒータ(基板加熱部、温度保持部)22を内蔵している。このヒータ22は、図示しないコントローラにより、テーブル21上の基板200を所定の一定温度に維持するよう、その作動が制御される。このヒータ22としては、例えば、伝熱ヒータや、後に詳述するセラミックヒータを好適に用いることができる。

【0018】

図1に示したように、移動機構30は、上記の基板200を保持するテーブル21を、テーブル21の支持面21a、つまり保持される基板200の面に平行

面内で二次元方向に移動させるものである。この移動機構 30 は、基台 31 上に設けられた下部ベース 32 と、下部ベース 32 上に設けられてテーブル 21 を支持する上部ベース 33 と、を有している。

下部ベース 32 は、一方向(以下、これを X 方向と称する)に軸線を有し、図示しないモータによって回転駆動されるボールネジ 34 を介し、基台 31 に連結されている。また、上部ベース 33 は、ボールネジ 34 に直交する方向(以下、これを Y 方向と称する)に軸線を有し、図示しないモータによって回転駆動されるボールネジ 35 を介して下部ベース 32 に連結されている。さらに、この上部ベース 33 は、X-Y 平面内での角度を調節する角度調節ネジ 36 を備えている。

これにより、移動機構 30 では、ボールネジ 34 を回転駆動させることで下部ベース 32 が基台 31 上で X 方向に移動し、これに直交するボールネジ 35 を回転駆動させることで上部ベース 33 が下部ベース 32 上で Y 方向に移動する。つまり、基板 200 を保持するテーブル 21 が、移動機構 30 により、基板 200 の面に平行二次元面内で、X、Y の二方向に移動される構成となっている。

【0019】

図 2、図 3 に示すように、金型保持部 40 は、下面に支持面 41a を有し、この支持面 41a で金型 100 を保持する保持ブロック(基板保持部) 41 を備えている。

図 3 に示すように、この保持ブロック 41 は、金型 100 を加熱するヒータ(加熱部、加熱機構) 42 が内蔵されている。このヒータ 42 には、例えば窒化アルミニウム等のセラミック素材で形成され、その内部にヒータ電極としての配線が埋め込まれた、いわゆるセラミックヒータが好適である。このような保持ブロック 41 では、ヒータ電極に図示しない電源から電流を流すと温度が上昇し、電流を切ると温度が下降する。セラミックヒータは、例えば 10 秒で 1000 度近く温度が上昇する、非常に応答の速いヒータである。このようなヒータ電極に対する電源からの電流供給は、図示しないコントローラによって制御されるようになっている。

【0020】

そして、保持ブロック 41 の上面側には、冷却ブロック(冷却部) 43 が設けら

れている。この冷却ブロック 43 は、アルミニウムや銅等の熱伝導性の高い金属で形成され、その内部に流路 44 が形成され、この流路 44 には、冷却水等の冷媒を流すことができるようになっている。

このような冷却ブロック 43 では、流路 44 に冷媒を流すことで、保持ブロック 41 および金型 100 を冷却する機能を有する。

【0021】

また、保持ブロック 41 は、支持面 41a に、複数の吸着用電極 45 が設けられており、この吸着用電極 45 に図示しない電源から電流を流すことで静電力を発生する。保持ブロック 41 は、吸着用電極 45 が金型 100 に対して面接触するようになっており、この吸着用電極 45 の静電引力により金型 100 の上面を吸着保持するようになっている。金型 100 は、そもそも加工精度が高いものであるため、その上面の平面度も精度良く形成することができる。そして、保持ブロック 41 側の吸着用電極 45 も平面度を高く形成して、前記の静電引力を利用して金型 100 を支持することで、金型 100 をネジやクランプ金具等で保持ブロック 41 に固定する構造に比較し、金型 100 と吸着用電極 45 との密着度を高めることができ、保持ブロック 41 から金型 100 への熱伝導を効率よく行うことができる。

なお、ヒータ 42 のヒータ電極については、金型 100 の温度をコントロールするため、コントローラによって電流の供給がコントロールされる構成となっているが、吸着用電極 45 については、金型 100 の型交換時以外、常に電圧が印加されて吸着力を発揮するようになっている。

ところで、金型 100 を保持ブロック 41 に静電力で吸着させる構成としたのに対し、基板 200 はテーブル 21 にバキューム吸着させる構成とした。基板 200 をテーブル 21 に静電引力で吸着させることも考えられるが、そのような構成とすると、金型 100 で基板 200 を成形するときに、保持ブロック 41 がテーブル 21 に近接したときに金型 100 と基板 200 の間で電荷が移動してしまい、その後に金型 100 を基板 200 から離間させると、金型 100 または基板 200 の一方が他方に吸い付けられてしまう可能性があるため好ましくない。

【0022】




図1に示したように、金型駆動機構50は、上記のように金型100を吸着保持する保持ブロック41を、移動機構30によるテーブル21の移動方向(X、Y方向)に直交する方向(以下、これをZ方向と称する)に移動させるものである。

この金型駆動機構50は、上下方向に軸線を有したボールネジ51と、このボールネジ51を回転駆動させるモータ52とから構成されている。ボールネジ51は、モータ52で回転駆動されることで、基台31上に支柱53を介して設けられた上部ベース54に対し、Z方向に上下動するようになっている。

支柱53に固定された下部ベース55には、下部ベース55に一体に設けられたスリーブ56に対し、支持部材57が、その回転を拘束された状態で上下方向にのみ移動可能に設けられている。この支持部材57の上部には、ボールネジ51の下端部が、ベアリング機構58を介して連結されており、これにより支持部材57には、ボールネジ51の上下動のみが伝達され、その回転は伝わらないようになっている。

そして、この支持部材57の下面に、保持ブロック41が固定状態で取り付けられているのである。

このような金型駆動機構50によれば、モータ52でボールネジ51を回転駆動させると、これによってボールネジ51は上部ベース54、下部ベース55に対してZ方向に上下動する。このボールネジ51の上下動に伴い、金型100を保持する保持ブロック41が上下動するのである。これにより、金型100がZ方向に上下動し、テーブル21上に保持される基板200に対し、接近・離間できるようになっている。

【0023】

アライメント機構60は、移動機構30で基板200をX、Y方向に移動させるに際し、金型100とテーブル21上に保持される基板200との相対位置関係を補正するためのものである。このようなアライメント機構60としては様々な構成のものを用いることができるが、一例を挙げれば、基板200上の所定位置に形成されたアライメントマークを撮像するカメラ61と、このカメラ61をX、Y方向に移動させるためのカメラ移動機構62、63とを備える。

このような構成のアライメント機構60では、カメラ61で撮像したアライメントマークの位置に基づいてコントローラで移動機構30を制御することで、金型100に対する基板200の位置を補正する。

【0024】

さて、図3に示したように、金型100は、その下面100aに、所定のパターンを形成するための凹凸101が形成されている。この凹凸101は、金型100を金属やセラミックス等のいわゆる金型素材で形成し、その下面100aに精密機械加工を施すことで形成できる。あるいは金型100の原盤となるシリコン基板等にエッチング等の半導体微細加工技術によって所定のパターンを形成した後、このシリコン基板等の表面にニッケルメッキ法(電気鍍造(エレクトロフォーミング)法)等によって金属メッキを施し、この金属メッキ層を剥離して、凹凸101を有した金型100として用いることもできる。

この金型100は、後述するように保持ブロック41のヒータ42および冷却ブロック43によって加熱・冷却されるため、なるべく薄型化してその熱容量をできる限り小さくするのが好ましい。

【0025】

一方、加工対象となる基板200は、図4(a)に示すように、例えばポリカーボネート、ポリイミド等の樹脂材料、ガラス材料、シリコン、ガリウム砒素、サファイア、酸化マグネシウム等、成形素材がそのまま基板形状をなしているものを用いることができる。また、図4(b)に示すように、基板200として、シリコンウエハやガラスウエハ等からなる基板本体201の表面に、樹脂膜、フォトリソ、配線パターンを形成するためアルミ、金、銀等の金属膜等を薄膜状の被覆層202が形成されたものを用いることができる。

図4(a)の場合、図3に示した金型100の凹凸101により、基板200の表層部にパターンが転写され、図4(b)の基板200の場合、金型100の凹凸101のパターンは、被覆層202に転写されるが、いずれの場合も、基板200の表層部にパターンを転写することには変わりはないため、以下の説明においては、パターンが転写される部分を「基板200の表層部」と単に称し、この表現は図4(a)、(b)の双方の場合を含むものとする。

【0026】

パターン形成装置10では、金型100の下面100aに形成された所定のパターンの凹凸101を上記の基板200に所定圧力で押し付けることで、基板200の表層部のみにパターンを転写して形成する。

【0027】

以下に、上記のようなパターン形成装置10におけるパターン形成工程について説明する。なお、以下に示すパターン形成装置10の動作は、基本的に、図示しないコントローラによって自動的に制御されるものである。

パターン形成装置10では、概略としては、図5(a)に示すように、金型100を、基板200のガラス転移温度以上に加熱しておき、その状態で図5(b)に示すように金型100を基板200に押し付け、基板200を加熱する。そして、図5(c)に示すように、金型100を一定時間押し付けて荷重を保持した後、金型100を冷却し、図5(d)に示すように、基板200から引き離す。この一連の工程で、基板200の表層部が、金型100の凹凸101に対応した形状に成形加工されるようになっている。

【0028】

より詳しくは、まず、保持ブロック41に対し、所定の金型100を吸着保持させておく。この状態で、金型駆動機構50は、保持ブロック41を所定のストローク領域の上昇端に位置させておき、保持ブロック41に保持された金型100とテーブル21は、互いに離れて位置するようにしておく。

そして、テーブル21上に、加工対象となる基板200がセットされると、これをバキューム吸着する。

続いて、アライメント機構60のカメラ61をカメラ移動機構62、63で移動させ、このカメラ61でテーブル21上に吸着固定された基板200上、および金型100上に形成されたアライメントマークを撮像する。そして、撮像したアライメントマークの位置に基づき、コントローラで移動機構30を制御することで、金型100に対する基板200の位置を補正するためのキャリブレーション(初期設定)を行う。

【0029】

そして、この後に、基板 200 に対し、金型 100 を押し付けて所定のパターンを転写するわけであるが、これに先立ち、図 6 に示すように、コントローラにより、テーブル 21 に内蔵されたヒータ 22 と、保持ブロック 41 に備えられたヒータ 42 は、所定のタイミング S1 で、予めそれぞれオンにしておく。また、冷却ブロック 43 の流路 44 には、冷却水等の冷媒を流しておく。

この状態、つまり金型 100 を基板 200 に押し付ける前の状態で、保持ブロック 41 のヒータ 42 およびテーブル 21 のヒータ 22 からの熱伝導により、金型 100 を、前記のガラス転移温度 T_g 以上の所定温度 T_1 に維持し、基板 200 を、基板 200 の加工対象部分となる表層部を形成する素材のガラス転移温度 T_g よりも低い所定の温度 T_2 に維持している。

【0030】

この後、移動機構 30 でテーブル 21 を X、Y 方向に移動させることで、テーブル 21 に吸着固定された基板 200 の所定の領域を、保持ブロック 41 に保持された金型 100 に対向させて位置決めする。

【0031】

この後、金型駆動機構 50 で保持ブロック 41 に保持された金型 100 を Z 方向に移動させ、テーブル 21 に保持された基板 200 に接近させる。金型 100 の凹凸 101 が所定温度 T_1 に温度上昇した後の所定のタイミング S3 で、図 5 (b) に示すように、金型 100 が基板 200 の表面に接触すると、金型駆動機構 50 で保持ブロック 41 に保持された金型 100 の移動を停止させる (この状態の基板 200 の表面に対する金型 100 の押し付け量を第一の押し付け量とする)。すると、ガラス転移温度 T_g 以上の温度 T_1 に温度上昇した状態の金型 100 から基板 200 の表層部に対し、熱が伝導され、これによって基板 200 の表層部の温度が、金型 100 の温度 T_1 近くまで上昇する。このとき、金型 100 の凹凸 101 が直接接触する基板 200 の表層部以外の他の部分は、さほど温度上昇しない。

基板 200 の表層部が、ガラス転移温度 T_g 以上の温度 T_1 近く、あるいは少なくともガラス転移温度 T_g 近傍の温度まで上昇したタイミング S4 で、図 5 (c) に示したように、金型駆動機構 50 で保持ブロック 41 に保持された金型 1

00を基板200側にさらに移動させる。これにより、金型100は、基板200の表面に対し、第一の押し付け量よりも大きく食い込むことになり(この状態の基板200の表面に対する金型100の押し付け量が第二の押し付け量である)、基板200の表層部に、金型100の凹凸101のパターンが転写される。

【0032】

ところで、上記のような動作において、タイミングS3とS4の間では、金型100が基板200の表面に接触した状態で、金型駆動機構50による金型100の移動が停止している。つまり、タイミングS3とS4の間では、荷重コントローラとして機能するコントローラの制御により、基板200に対し、基板200の表層部の温度がガラス転移温度 T_g よりも低い状態で永久歪みを与えない所定の荷重 F_1 が金型100から付与された状態となっている。

そして、タイミングS4以降で、金型駆動機構50によって金型100が基板200側に移動され、これによって基板200に対し、金型100から、基板200の表層部の温度がガラス転移温度 T_g よりも高い状態で永久歪みを与えて成形を行うための、荷重 F_1 とは異なる所定の荷重 F_2 が付与されるようになっている。

このようにして、金型100から基板200に対して付与する荷重を、荷重 F_1 と F_2 とで2段階に変動させて、金型100と基板200が接触した状態の荷重 F_1 のときに、金型100の熱を基板200側に伝導させて基板200の表層部を軟化させ、その後、荷重を荷重 F_2 に移行させて金型100による成形を行うのである。

なお、金型駆動機構50で金型100を基板200に押し付けるときの荷重制御は、保持ブロック41あるいはテーブル21の中に組み込まれた荷重検出センサ(ロードセル、図示無し)によって金型100と基板200の間に作用する荷重を検出し、その荷重が予め設定した所定の荷重となるように、モータ52で発生するトルクをフィードバック制御することによって行うことができる。

また、荷重によるフィードバック制御ではなく、単に金型駆動機構50における金型100の移動ストロークによる制御を行うことも可能である。

【0033】

さて、タイミング S 4 以降、予め設定した所定時間 t が経過したタイミング S 5 で、保持ブロック 4 1 のヒータ 4 2 に対する電流供給量を下げる。これにより、保持ブロック 4 1 および金型 1 0 0、基板 2 0 0 の温度は低下するわけであるが、このとき、保持ブロック 4 1 の上面側には、ガラス転移温度 T_g 以下の冷却ブロック 4 3 が設けられているので、金型 1 0 0 および基板 2 0 0 の温度は、例えばテーブル 2 1 の温度 T_2 近傍まで速やかに下降する。

【0034】

保持ブロック 4 1 のヒータ 4 2 に対する電流供給量を下げたタイミング S 5 以降、さらに所定時間が経過したタイミングで、図 5 (d) に示すように、金型駆動機構 5 0 を作動させ、金型 1 0 0 をテーブル 2 1 に保持された基板 2 0 0 から離し、脱型させる。

これにより、基板 2 0 0 の表層部には、金型 1 0 0 の凹凸 1 0 1 によって構成される所定のパターンが転写形成されるようになっている。

【0035】

上記のようにして、金型 1 0 0 で基板 2 0 0 に対し、1 回のパターン転写を行った後は、所定のタイミング S 2 で保持ブロック 4 1 のヒータ 4 2 に流す電流を増やし、これによって保持ブロック 4 1 に保持された金型 1 0 0 を、再びガラス転移温度 T_g 以上の温度 T_1 に設定しながら、移動機構 3 0 で、基板 2 0 0 を、次のパターン形成位置まで移動させる。

この、保持ブロック 4 1 のヒータ 4 2 に流す電流を増やすタイミング S 2 は、次のパターン形成位置において金型 1 0 0 の凹凸 1 0 1 が基板 2 0 0 の表面に接触する(押し付けられる)よりも前に、金型 1 0 0 がガラス転移温度 T_g 以上の所定温度 T_1 に上昇するのであれば、いかなるタイミングでも良い。

この後は、前記した金型 1 0 0 の押し付け、冷却、脱型といった工程を同様に行うことで、他の位置にパターンを形成することができる。

そして、上記一連の工程を順次繰り返すことで、基板 2 0 0 の複数箇所に対し、金型 1 0 0 のパターンを順次転写していくことができる。

【0036】

ところで、上記のようにして金型 1 0 0 を基板 2 0 0 に押し付ける際、基板 2

00の温度を、その加工対象となる表層部の素材のガラス転移温度 T_g よりも低く一定に設定しておき、一方、金型100の温度をガラス転移温度 T_g よりも高く設定した。例えば、基板200をポリカーボネイト樹脂(PC)とする場合、ポリカーボネイト樹脂においてガラス転移温度 T_g は約150℃であるので、基板200(テーブル21)の温度 T_2 をガラス転移温度 T_g 以下の約140℃に、金型100の温度 T_1 をガラス転移温度 T_g 以上の約160—170℃に設定しておく。この状態で金型100を基板200に押し付けると、金型100の温度が基板200の表層部に伝わり、基板200の表層部から温度上昇し、徐々にその全体に伝わる。

例えば、基板200の表層部を形成する素材のガラス転移温度 T_g に対し、温度 T_1 は約20℃高く、温度 T_2 は約30—50℃低く設定するのが好ましい。もちろん、素材の種類によってその設定温度は変化するものであり、一義的にその値に決まっているものではない。

基板200を構成する樹脂やガラス材料において、ガラス転移温度 T_g を超えた状態は、外部応力によって非常に変形しやすい、つまり成形加工しやすい状態になっているので、このガラス転移温度 T_g を超えた状態を保持したまま、金型100に荷重を増大させ、基板200に押し付ける。そうすると、基板200は金型100の形状に沿って変形していき、凹凸101の形状を反転転写した状態で安定する。

その後、金型100の温度をガラス転移温度 T_g 以下に低下させ、金型100と接触している基板200の温度を低下させた。ガラス転移温度 T_g 以下の状態では、基板200は初期状態と同様、変形しにくい状態であり、つまり金型100の凹凸101形状に沿って硬化し、パターンが定着した状況である。この基板200がガラス転移温度 T_g 以下になった状態で、金型100を基板200から引き離すと、基板200の表層部は金型100の凹凸101の形状を反転転写した状態となり、すなわち金型100の凹凸101の反転形状のパターンが成形されるのである。

【0037】

上述した構成によれば、基板200の表層部のガラス転移温度 T_g 以上の温度

T1に設定した金型100を基板200に押し付け、金型100のパターンを転写した後、金型100をガラス転移温度 T_g 以下の温度 T_2 まで冷却した後、金型100を基板200から引き離す構成とした。

特に、金型100を加熱するヒータ42としてセラミックヒータを適用しているので、金型100の温度上昇に要する時間は数秒程度で済む。また、金型100の冷却についても、冷媒を用いた冷却ブロック43で行っているため、ヒータ42への電流投入量を低下させると即座に冷却効果が現れて、短時間で温度を低下させることができる。

このようにして、基板200に対し一つの金型100で複数回パターンを順次転写するような場合、言い換えれば基板200よりも金型100が小さく、熱容量が小さい場合、保持ブロック41のヒータ42による金型100の加熱や冷却を短時間で行うことができる。

【0038】

また、パターンが形成される基板200の表層部に接する金型100から、基板200の全体ではなく、加工対象部分となる表層部に対してのみ熱を直接与えるので、これによって基板200側の加熱・冷却時間も短縮することができる。

さらには、基板200よりも金型100が小さい場合、基板200の面積全体ではなく、金型100が当たる局所的な部分のみを加熱するので、この点においても加熱を短時間で行うことに寄与することができる。

【0039】

このようにして、金型100による基板200に対するパターン形成に際し、加える熱サイクルの効率を高めることが可能となり、スループットを高めるとともに、使用するエネルギーを省力化することができる。

また、基板200に対し一つの金型100で複数回パターンを順次転写する金型100は、小型で済み、精度確保や温度管理等も、大型のものに比較すれば容易であり、金型100のコストを大幅に削減できる。

【0040】

しかも、このように基板200は金型100が当たる局所的な部分のみが加熱され、基板200の残りの部分全体はガラス転移温度 T_g 以下に保たれるので、

基板全体の加熱・冷却を繰り返しながらパターン転写を行う従来のプロセスのように、基板 200 の全体に繰り返しの熱履歴は付与されることがなく、いったん成形されたパターン形状を、それ以降のプロセスにおいても安定に保つことができる。

【0041】

しかも、このようなパターン形成装置 10 は、光学系や光源を用いることのない、メカニカルな構造で実現できるので、従来のステッパ等に比較し、遥かに低コストで製作することができ、また装置の小型化を図ることもできる。

このようにして、基板 200 に対するパターン転写を、高効率、しかも低コストで行うことが可能となるのである。

【0042】

このようなパターン形成装置 10 では、加工対象となる基板 200 として、例えば、図 7 に示すようなウエハ 200A を適用することができる。このようなウエハ 200A 上に複数のパターン P を転写することができるのである。これにより、ウエハ 200A の大面積化が可能となり、ウエハ 200A のテーブル 21 に対する乗せ換え等のハンドリング時間を節約することができるので、1 個の成形品の生産コストを低減することができる。

また、基板 200 としては、他に、図 8 に示す微小なドット形状が一定の周期で配列しているフォトリソ結晶 200B や、所定の配線パターンを有した半導体電子回路基板、さらに図 9 に示すような微小な流路 203 を有した基板 200C 等が適用できる。

【0043】

なお、上記実施の形態では、金型 100 は、微細パターンが形成できるものであれば材質やその製造法は特に限定されるものではない。

一方、基板 200 は、その表層部の成形素材と基板が一体のもの、たとえば樹脂基板やガラス基板、あるいは成形素材が基板上に薄く形成されたもの、たとえばシリコン基板やガラス基板上に形成された樹脂膜、等、その組み合わせは特に限定されるものではない。

また、保持ブロック 41 のヒータ 42 をセラミックヒータとし、冷却ブロック

43を冷媒を用いた冷却構造としたが、高速に加熱冷却できるものであれば、特にそれらに限定されることはなく、レーザや超音波による加熱、またペルチェ素子による冷却等を用いてもよい。

移動機構30や金型駆動機構50についても、ボールネジ34、35、51を用いた機構に限定されるものではなく、油圧機構や空圧機構を用いてもよい。

また、移動機構30における位置制御は、所望の位置決めが実現できるものであれば、その方式はいかなるものであっても良い。

これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

【0044】


【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、予め加熱した金型を、加工対象物となる基板に押し付け、金型の熱を基板の表層部に伝達させた後、金型で基板の表層部にパターンを形成するようにした。これにより、基板の全体ではなく、熱容量が小さい金型を加熱してパターン形成することができ、基板に対するパターン転写を、高効率で行うことが可能となる。また、このような装置では、コストのかかる光学系等を用いる必要が無いので、低コスト化を図ることもできる。

【図面の簡単な説明】

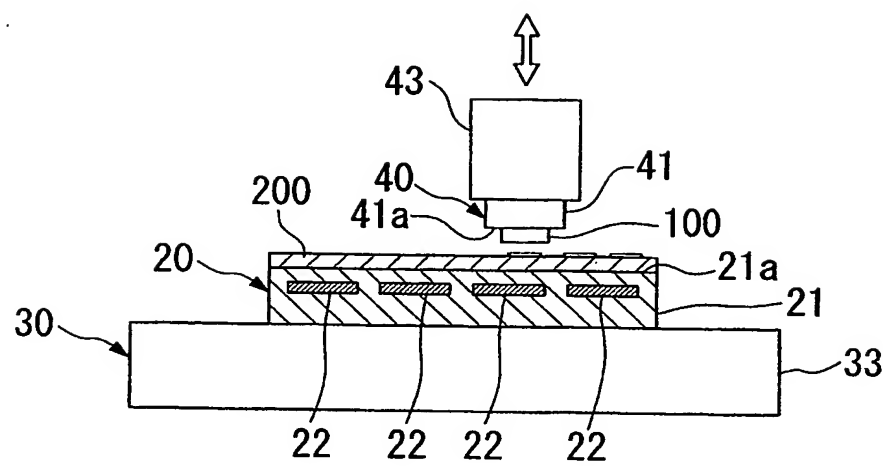
- 【図1】 本実施の形態におけるパターン形成装置の斜視図である。
- 【図2】 基板保持部と金型保持部の構成を示す図である。
- 【図3】 基板保持部の構成を示す断面図である。
- 【図4】 加工対象物となる基板の例を示す図である。
- 【図5】 金型による基板に対するパターン工程の流れを示す図である。
- 【図6】 パターン形成時の、ヒータ、基板、基板表層部の温度変化を示す図である。
- 【図7】 パターンを形成する基板の一例を示す図である。
- 【図8】 パターンを形成する基板の他の一例を示す図である。
- 【図9】 パターンを形成する基板のさらに他の一例を示す図である。

【符号の説明】

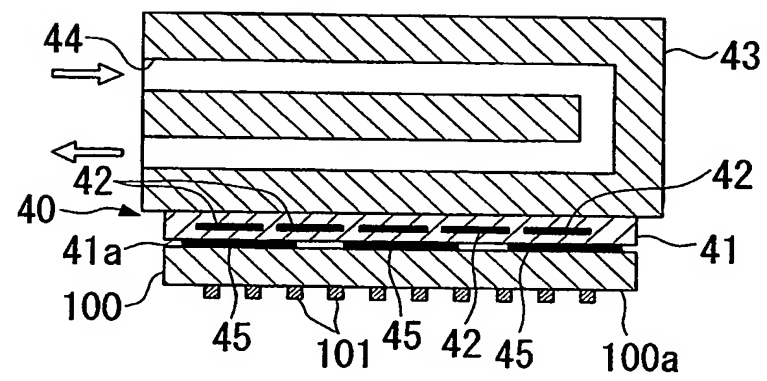


1 0 …パターン形成装置、2 0 …基板保持部、2 1 …テーブル(対象物保持部)、
2 2 …ヒータ(基板加熱部、温度保持部)、3 0 …移動機構、4 0 …金型保持部、
4 1 a …支持面、4 1 …保持ブロック(基板保持部)、4 2 …ヒータ(加熱部、加
熱機構)、4 3 …冷却ブロック(冷却部)、4 5 …吸着用電極、5 0 …金型駆動機
構(プレス機構)、1 0 0 …金型、1 0 1 …凹凸、2 0 0 …基板(加工対象物)、F
1 …荷重、F 2 …荷重、T 1 …温度、T 2 …温度、T g …ガラス転移温度

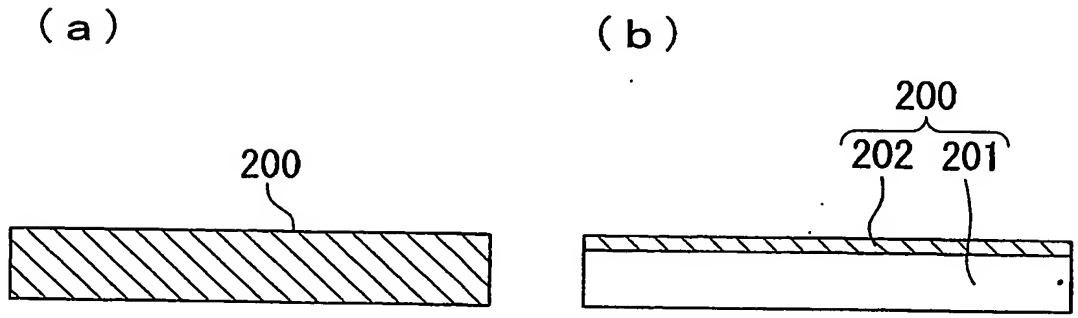
【図 2】



【図 3】

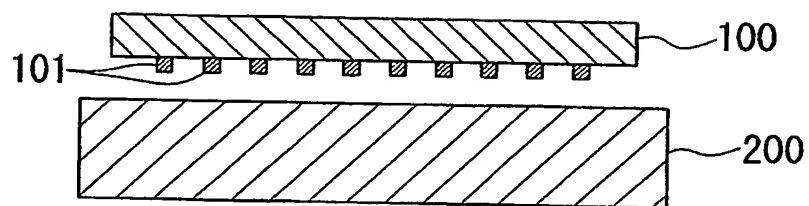


【図 4】

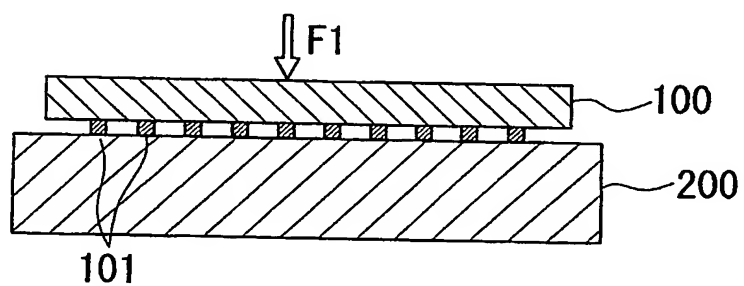


【図 5】

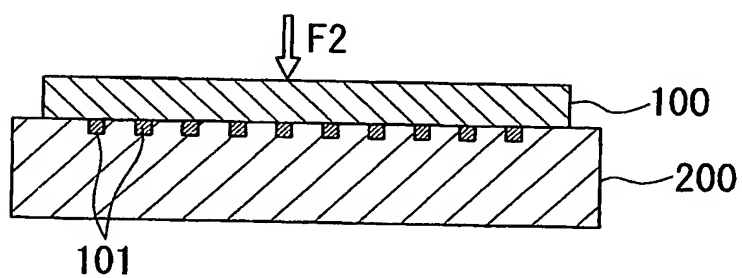
(a)



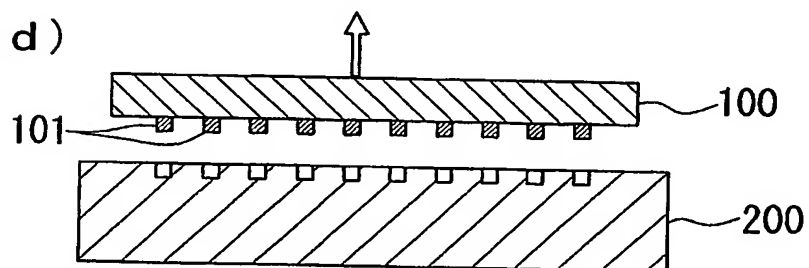
(b)



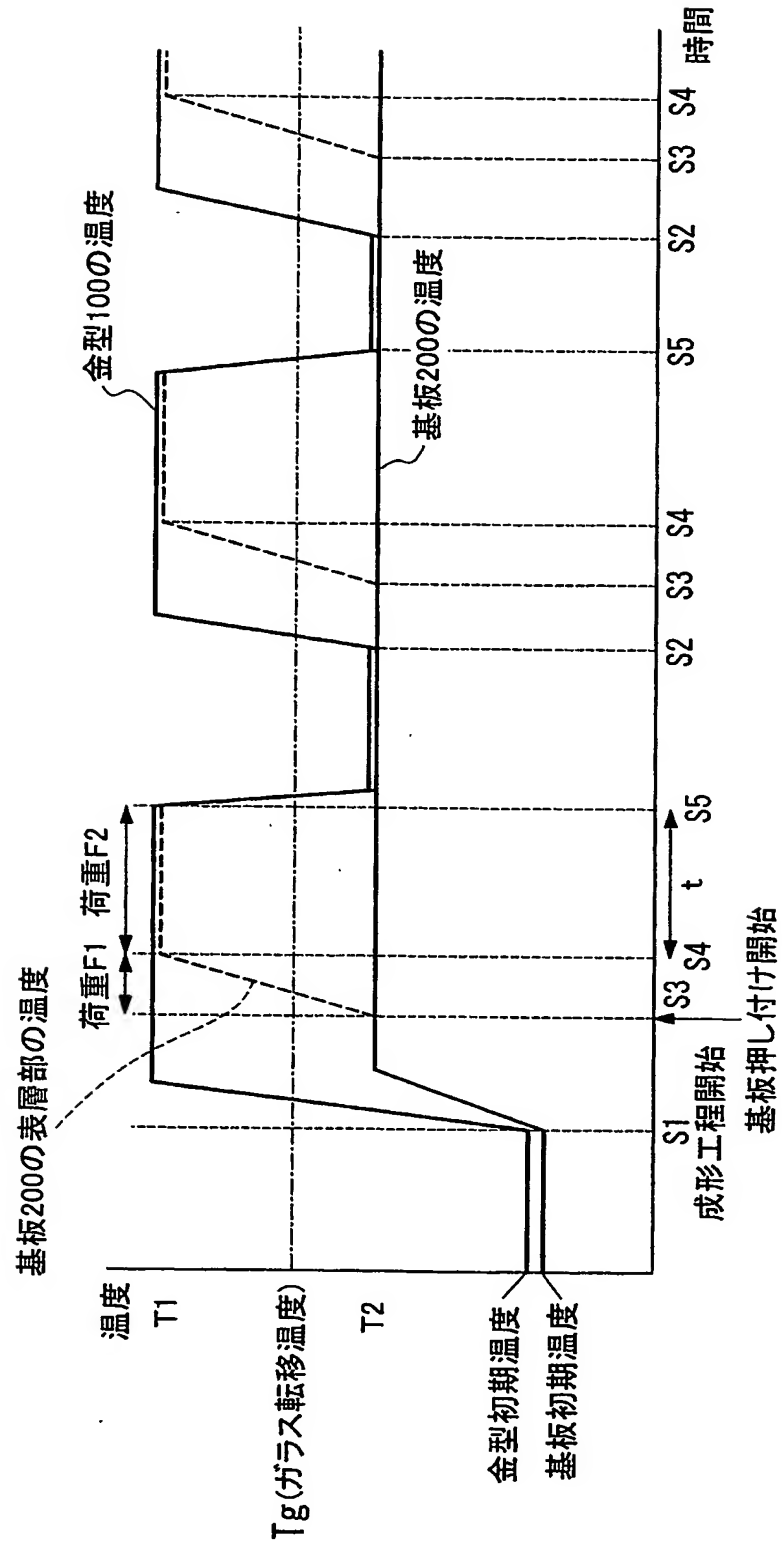
(c)



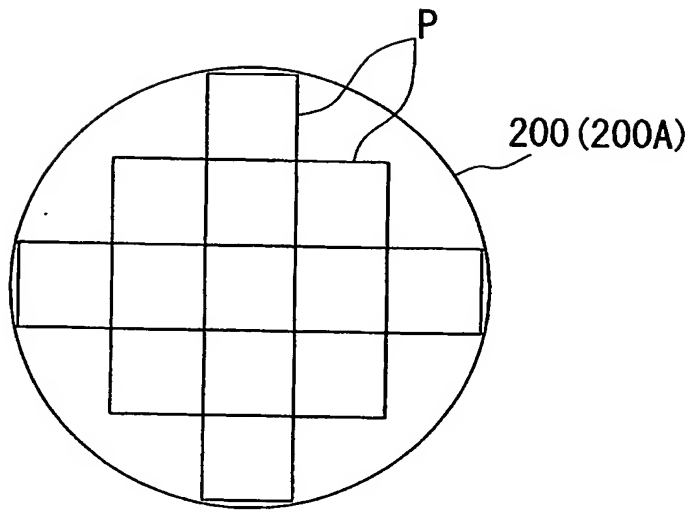
(d)



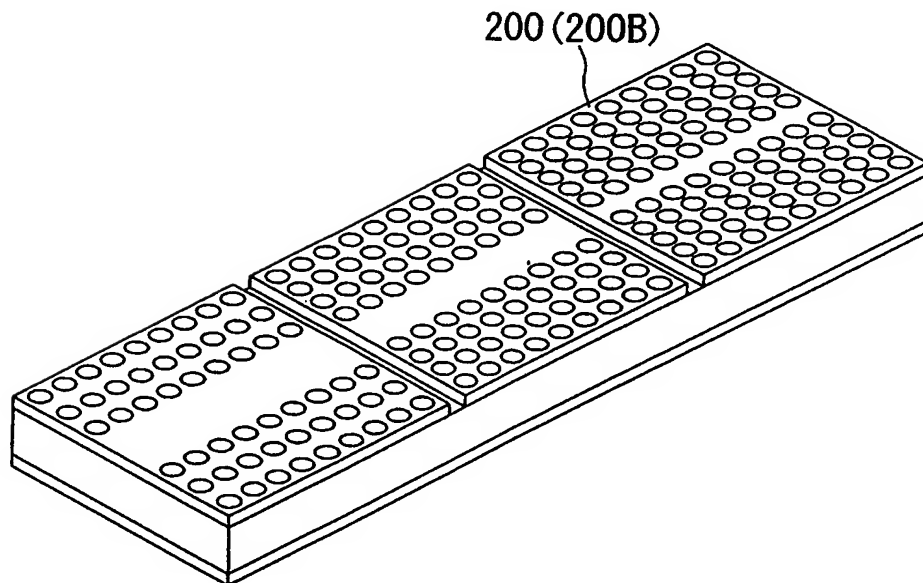
【図 6】



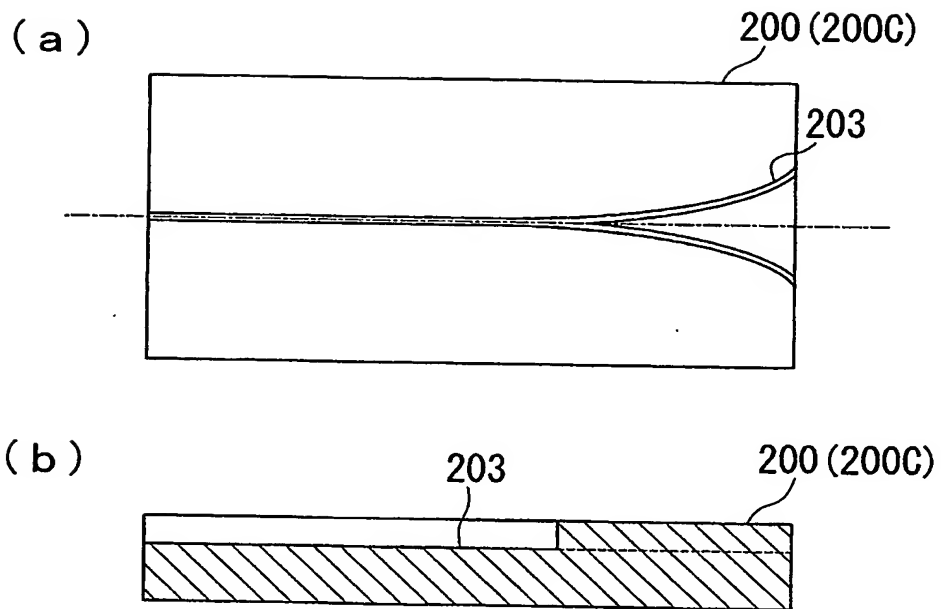
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パターンの形成を低コスト化、高効率化することのできるパターン形成装置、パターン形成方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板 200 にパターンを形成するための金型 100 を、基板 200 の表層部のガラス転移温度 T_g 以上の温度 T_1 に加熱しておき、その状態で、金型 100 をガラス転移温度 T_g 以下の温度の基板 200 に押し付け、金型 100 のパターンを転写する構成とした。その後、ヒータを切り、冷却ブロックで金型 100 を冷却した後、金型 100 を基板 200 から離すようにした。

【選択図】 図 6

【書類名】 出願人名義変更届

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2003- 7486

【承継人】

【識別番号】 503067834

【氏名又は名称】 株式会社デバイス・ナノテク・リサーチ・インスティテュート

【譲渡人】

【識別番号】 502449716

【氏名又は名称】 株式会社アイ・エヌ・アール・アイ

【承継人代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 085823

【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

【物件名】 承継人であることを証する書面 1

【提出物件の特記事項】 追って補充する

【包括委任状番号】 0303690

【プルーフの要否】 要



特願 2 0 0 3 - 0 0 7 4 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 2 4 4 9 7 1 6]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区日本橋浜町 3 丁目 4 2 番 3 号

氏 名

株式会社アイ・エヌ・アール・アイ



特願 2003-007486

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[503067834]

1. 変更年月日

2003年 2月19日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町一丁目2番1号

氏 名

株式会社デバイス・ナノテク・リサーチ・インスティテュート